

(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 799 726 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
08.10.1997 Patentblatt 1997/41

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **B60C 1/00**, C08K 5/01,  
C08L 21/00

(21) Anmeldenummer: 97102084.7

(22) Anmeldetag: 10.02.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
DE ES FR GB IT LU

(71) Anmelder: HÜLS AKTIENGESELLSCHAFT  
45764 Marl (DE)

(30) Priorität: 02.04.1996 DE 19613194

(72) Erfinder: Hellermann, Walter, Dr.  
46282 Dorsten (DE)

(54) **Reifenlaufflächen mit geringem Rollwiderstand und verbessertem ABS-Bremsen**

(57) Einige Kautschuke zeigen beim ABS-Bremsen ein verschlechtertes Naßrutschverhalten. Beim Ersatz der normalerweise eingesetzten aromatischen Öle durch naphthenische und/oder paraffinische Öl konnte das Naßrutschverhalten deutlich verbessert werden. Der Rollwiderstand wird dabei nicht negativ beeinflusst.

**EP 0 799 726 A1**

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft Reifenlaufflächen auf Basis von Polydien-Kautschuken.

Die Reifenlaufflächen nehmen unter den Bauelementen des Reifens eine Sonderstellung ein. Dies liegt vor allem daran, daß die Reifenlauffläche die schmale Kontaktfläche zwischen Fahrzeug und Fahrbahn bildet. Die Eigenschaften eines Fahrzeugs beim Fahren hängen dabei besonders von der Art und Qualität der Reifenlauffläche ab. Eine optimale Reifenlauffläche muß dabei ein umfangreiches Anforderungsprofil abdecken. Neben einem hohen Abriebwiderstand und Allwettereigenschaften, d. h. auch gleichzeitig gute Wintereigenschaften, soll ein niedriger Rollwiderstand vorhanden sein. Fragen der Fahrsicherheit lassen dem Rutschwiderstand, insbesondere auf nasser Fahrbahn, eine sehr hohe Bedeutung zukommen. Dabei erhält neben dem konventionellen Blockierbremsen das in den letzten Jahren immer stärker verbesserte und weit verbreitete Antiblockiersystem (ABS) eine zunehmende Bedeutung auch für die Entwicklung von neuen Laufflächenpolymeren, die speziell auf die besonderen Gegebenheiten beim ABS-Bremsen abgestimmt sein muß. Die EP-OS 0 430 617 und EP-OS 0 500 338 beschreiben Laufflächenkautschuke für verbessertes ABS-Bremsen mit den üblichen aromatischen Ölen als Weichmacher.

Zur Beurteilung des Naßrutschverhaltens im Labormaßstab hat die Raumtemperatur elastizität eine zentrale Bedeutung. Sie hat sich in der Vergangenheit bei der Bewertung des Naßrutschverhaltens beim Emulsions-SBR bewährt.

Um gute Bremswerte zu erreichen, ist es notwendig, Laufflächenpolymere mit hoher Dämpfung, d. h. mit besonders niedriger Raumtemperatur elastizität einzusetzen. Dies bedingt im allgemeinen die Herstellung von Polymeren mit hoher Glas temperatur gemäß der DE-A-37 24 871. Es handelt sich hierbei um durch anionische Polymerisation hergestellte ungesättigte, elastomere AB-Blockcopolymerisate bestehend aus

40 bis 80 % eines Blockes A auf Basis Butadien (gleichmäßig verteilter Vinylgruppengehalt von 8 bis 60 %),  
60 bis 20 % eines Blockes B auf Basis von

- 0 bis 60 % Butadien,
- 0 bis 60 % Isopren und
- bis zu 45 % Styrol,

wobei der Vinylgehalt der Dieneinheiten 75 bis 90 % beträgt.

Ebenso kommen durch anionische Polymerisation hergestellte Copolymere aus Butadien und Styrol in Frage. Diese Copolymeren (im folgenden mit Lösungs-SBR bezeichnet) bestehen aus einem Gemisch aus Butadien und bis 35 % Styrol, wobei der Vinylgehalt der Butadieneinheiten (bezogen auf Butadien) zwischen 35 und 90 % liegt.

Diese Blockcopolymerisate (Integralkautschuk) oder Lösungs-SBR weisen eine hohe Glas temperatur auf.

Beim Blockierbremsen auf Asphalt und Beton zeigen die Polymeren mit hoher Glas temperatur, d. h. niedriger Raumtemperatur elastizität ein sehr gutes Verhalten. Beim ABS-Bremsen (Antiblockier-System) verschlechtert sich jedoch das Naßrutschverhalten dramatisch. Das bedeutet, daß das in diesen Integralkautschuk (Beispiel 2) eingebaute Naßrutschpotential bei schwachen Beanspruchungen, wie es das ABS-Bremsen auf Asphalt oder Beton bei niedrigen Geschwindigkeiten darstellt, nicht auf der Straße umgesetzt werden kann.

Der Erfindung lag daher die Aufgabe zugrunde, Reifenlaufflächen bereitzustellen, die die Nachteile des Standes der Technik nicht aufweisen. Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäß entsprechend den Angaben der Patentansprüche gelöst.

Überraschenderweise wurde nun gefunden, daß bei Integralkautschuk beim Austausch der in der Kautschuktechnik üblichen aromatischen Öle durch naphthenische und paraffinische Öle das ABS-Bremsen deutlich verbessert werden kann. Abhängig vom Integralkautschukmodell wird gleichzeitig der Rollwiderstand verbessert, wobei beim Abriebwiderstand keine Einbußen festzustellen sind.

Die erfindungsgemäßen Reifenlaufflächen auf Basis von Polydienkautschuk sowie üblichen Zuschlagstoffen zeigen einen deutlich verbesserten Rollwiderstand und deutlich verbessertes Naßrutschverhalten beim ABS-Bremsen. Der Laufflächenkautschuk weist dabei eine Raumtemperatur elastizität zwischen 10 und 40 % oder  $\leq 10$  % (bei 22 °C) auf und enthält ein naphthenisches und/oder paraffinisches Öl mit Ruß und/oder einen mineralischen Füllstoff (bei  $\leq 10$  % kann der Kautschuk auch aromatisches Öl enthalten).

Die naphthenischen und paraffinischen Öle besitzen eine niedrigere Glas temperatur als die aromatischen Öle, so daß beim Einsatz dieser Öle eigentlich eine Verschlechterung im Naßrutschen zu erwarten war [siehe W. A. Schneider, F. Huybrechts, K. H. Nordsiek "Kautschuk, Gummi, Kunststoffe" 44, (1991), 528].

Es war also nicht naheliegend, daß durch Austausch des üblichen aromatischen Prozeßöls gegen ein naphthenisches oder paraffinisches Öl oder Blends aus naphthen- oder paraffinischem Öl das ABS-Bremsen beim Integralkautschuk-Modell deutlich verbessert wird.

Der Rollwiderstand wird durch diese Maßnahme nicht negativ beeinflußt.

Als Laufflächenkautschuke können eingesetzt werden: Styrol-Butadien-Kautschuk; 1,4-cis-Polybutadien, 1,4-cis-

Polyisopren und Naturkautschuk; Lösungskautschuke aus Styrol, Butadien und Isopren mit unterschiedlichen 1,2-Vinylgehalten und 3,4-IR-Gehalten, 3,4-Polyisopren, 1,2-Polybutadien, Lösungspolymere aus Styrol und Butadien mit unterschiedlichen Vinylgehalten oder Blends in beliebigen Verhältnissen der aufgeführten Kautschuke.

Bevorzugt werden AB- und ABC-Blockcopolymere auf Basis von Butadien, Isopren und Styrol oder Butadien und Styrol oder Copolymere aus Butadien und Styrol mit hohen Vinylgehalten oder Blends mit Naturkautschuk und diesen Polymeren. Als Beispiele seien aufgeführt:

AB-Blockcopolymerisate aus

40 bis 80 % eines Blockes A auf Basis Butadien (gleichmäßig verteilter Vinylgruppengehalt von 8 bis 60 %),  
10 60 bis 20 % eines Blockes B auf Basis von

- 0 bis 60 % Butadien,
- 0 bis 60 % Isopren und
- bis zu 45 % Styrol,

15 wobei der Vinylgehalt der Dieneinheiten 75 bis 90 % beträgt.  
Vorzugsweise enthält das AB-Blockcopolymerisat

- 50 bis 75 % Butadien-1,3
- 20 - 5 bis 35 % Isopren und
- 5 bis 25 % Styrol.

ABC-Blockcopolymerisate aus

25 40 bis 75 % eines Blockes A aus Butadien- und Styrol- oder Isopreneinheiten mit einem Vinyl- bzw. Isopropylengruppengehalt (V) von weniger als 15 %,  
bis 25 % eines Blockes B aus Butadien- und Styrol- oder Isopreneinheiten (V > 70 %) oder  
bis 25 % eines Blockes B' aus Styrol-, Isopren- und gegebenenfalls Butadieneinheiten (V < 15 %) und  
20 bis 55 % eines Blockes C aus Styrol-, Isopren- und gegebenenfalls Butadieneinheiten (V > 70 %)

30 oder Copolymere aus Butadien und Styrol

mit 65 bis 85 % Butadien-1,3  
und 35 bis 15 % Styrol, wobei der  
35 Vinylgehalt der Dieneinheiten zwischen 35 bis 90 % beträgt.

Besonders bevorzugt sind hohe Vinylgehalte > 50 % und Styrolgehalte > 25 %.

Das Verfahren zur Herstellung der AB- oder ABC-Blockcopolymerisate durch anionische Polymerisation der Monomeren in einem inerten organischen Lösemittel in Gegenwart einer Li-organischen Verbindung und eines Cokatalysators ist dadurch gekennzeichnet, daß man zunächst einen Block A durch Polymerisation von Butadien in Abwesenheit  
40 eines Cokatalysators herstellt. Danach stellt man einen Block B her, indem man, gegebenenfalls in Gegenwart von Styrol, entweder Butadien und Isopren in Abwesenheit eines Cokatalysators polymerisiert oder indem man die Polymerisation von Butadien in Gegenwart eines Cokatalysators fortsetzt. Anschließend polymerisiert man ein Gemisch aus Butadien und Isopren, gegebenenfalls auch Styrol, in Gegenwart eines Cokatalysators (Block C).

45 Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, zu Beginn der Polymerisation jedes Blocks die für dessen Herstellung jeweils benötigten Mengen an Monomeren dem Reaktionsgefäß zuzusetzen. Man kann aber auch bereits zu Beginn der Polymerisation des Blocks A die Gesamtmenge Butadien vorlegen und den Block B durch Zugabe des Cokatalysators oder des Isoprens beginnen. Für die Zugabe des Isoprens gelten die gleichen Überlegungen. Die Mitverwendung von Styrol als Comonomeres der Blöcke B und/oder C ist bevorzugt.

50 Im folgenden soll das Herstellungsverfahren der AB- oder ABC-Blockcopolymerisate detailliert beschrieben werden.

Als Reaktionsmedium wird ein inertes organisches Lösemittel verwendet. Geeignet sind insbesondere Kohlenwasserstoffe mit 6 bis 12 C-Atomen, wie Pentan, Hexan, Heptan, Oktan und Dekan sowie deren cyclische Analogen. Geeignet sind auch aromatische Lösemittel, wie z. B. Benzol, Toluol, Xylole u. a. Selbstverständlich können auch  
55 Gemische der vorstehend beschriebenen Lösemittel eingesetzt werden.

Als Katalysator werden Alkyl lithiumverbindungen eingesetzt, die durch Umsetzung von Lithium mit den entsprechenden Alkylhalogeniden leicht zugänglich sind. Die Alkylreste weisen 1 bis 10 C-Atome auf. Einzelne Wasserstoffatome können durch Phenylreste substituiert sein. Folgende Alkyl lithiumverbindungen sind besonders geeignet: Methyl lithium, Ethyl lithium, Pentyl lithium; bevorzugt wird n-Butyl lithium.

Zur Verbesserung des kalten Flusses wird wenigstens eine Polymerisationsstufe vorteilhafterweise in Anwesenheit geringer Mengen eines Verzweigungsmittels, wie z. B. Divinylbenzol (DVB), durchgeführt. Bezogen auf 100 Teile Monomere werden maximal 0,5 Teile DVB eingesetzt. Ein solcher Zusatz entfällt, wenn nach der Polymerisation eine Kuppelung vorgesehen ist.

- 5 Art und Menge von Katalysator und Verzweigungsmittel werden im allgemeinen so ausgewählt, daß das erhaltene Blockcopolymerisat folgende Eigenschaften aufweist:

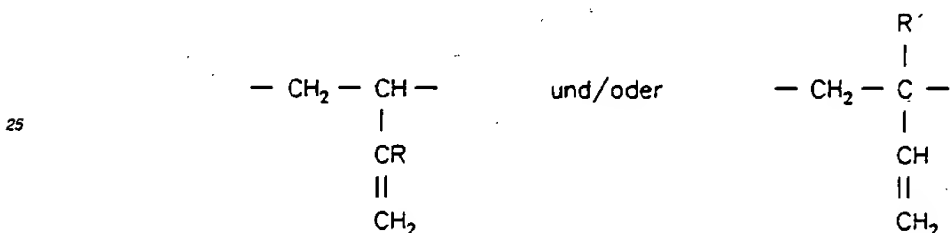
10	Mooney-Viskosität (ML <sub>1-4</sub> , 100 °C, DIN 53 523)	35 bis 120
	Uneinheitlichkeit U = (Mw/Mn) - 1, bestimmt durch gelpermeationschromatografische Analyse (GPC-Analyse)	0,6 bis 3,0
	Defo-Elastizität (80 °C, DIN 53 514)	≥ 20

15

Bei dem vorliegenden Verfahren wird der Block B in Anwesenheit eines Cokatalysators hergestellt.

In diesem Fall ist man daran interessiert, Polymerisat mit einem möglichst hohen Anteil von 1,2- und/oder 3,4-Struktureinheiten zu erhalten.

20



30

R = H (Butadien)

R = CH<sub>3</sub> (Isopren)

35

Die Auswahl der Cokatalysatoren richtet sich daher nach ihrer Fähigkeit, die Mikrostruktur zu regeln, d. h. den Verlauf der Polymerisation im Hinblick auf eine möglichst vollständige Bildung von 1,2- und/oder 3,4-Struktureinheiten zu lenken.

- 40 Der Cokatalysator wird im allgemeinen aus der Gruppe

- der Ether,
- der tertiären Amine oder
- der etherhaltigen tertiären Amine

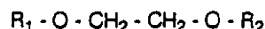
45

ausgewählt. Selbstverständlich können auch Gemische verschiedener Cokatalysatoren eingesetzt werden.

Geeignete Ether umfassen insbesondere

- 50 - Dialkylether des Ethylenglykols und Diethylenglykols, deren Alkylgruppen jeweils bis zu 4 C-Atome aufweisen, wie Ethylenglykoldiethylether (DEE).

Insbesondere bei der Herstellung von verzweigten Blockcopolymeren werden Ether der allgemeinen Formel



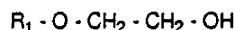
55

bevorzugt, wobei R<sub>1</sub> und R<sub>2</sub> Alkylreste mit einer unterschiedlichen Zahl von C-Atomen aus der Gruppe Methyl, Ethyl, n- und iso-Propyl sowie n-, iso-, sek.- und tert.-Butyl sind. Vorzugsweise beträgt die Summe der C-Atome der beiden Reste R<sub>1</sub> und R<sub>2</sub> 5 bis 7, insbesondere 6. Ein besonders geeigneter Ethylenglykolether ist die Verbindung mit R<sub>1</sub> = Ethyl und R<sub>2</sub> = tert.-Butyl. Die Glykolether sind beispielsweise nach dem Prinzip der Williamson-Synthese aus einem Natri-

umalkoholat und einem Alkylhalogenid zugänglich. Die Ether der Formel



5 können in einfacher Weise durch Umsetzung des entsprechenden Alkohols



mit Isobuten in Gegenwart eines sauren Ionenaustauschers hergestellt werden.

10 Geeignete tertiäre Amine sind z. B. N,N,N',N'-Tetramethylethyldiamin, N,N,N',N'-Tetraethylethyldiamin und Triethylethyldiamin.

Geeignete etherhaltige Amine sind N-Methylmorpholin und N-Ethylmorpholin.

Der Cokatalysator wird in einem Verhältnis von 2 : 1 bis 30 : 1, insbesondere 2 : 1 bis 15 : 1, bezogen auf die Molzahl des Katalysators, eingesetzt. Bei höheren Temperaturen werden im allgemeinen größere Mengen an Cokatalysator benötigt, um die gewünschte Mikrostrukturregelung zu erzielen. Reaktionstemperaturen von 100 °C sollten nicht überschritten werden. Es ist auch möglich, bei steigender oder fallender Temperatur zu arbeiten; jedoch ist in diesem Fall dafür Sorge zu tragen, daß die Mikrostruktur nicht grundsätzlich verändert wird.

Bei der Herstellung des Blocks A hängt es von dem gewünschten Vinylgruppengehalt ab, wieviel Cokatalysator zugegen sein sollte.

20 Bei der Herstellung von Block B und gegebenenfalls A wird Styrol als Comonomer zugesetzt. Durch geeignete Maßnahmen ist dafür Sorge zu tragen, daß der Gehalt an Polystyrolblöcken im AB-Blockcopolymerisat 2 Massen-% nicht überschreitet. Ein Verfahren zur Bestimmung des Gehalts an Polystyrolblöcken ist in dem Standardwerk Houben-Weyl "Methoden der Organischen Chemie", Band 14/1 (1061), Seite 698, angegeben.

Es ist bekannt, daß einige als Cokatalysatoren vorgeschlagene Verbindungen die Eigenschaft haben, die Ausbildung von Polystyrolblöcken zu unterdrücken. Die gleiche Eigenschaft haben Verbindungen, die als Randomizer bezeichnet werden und meist Kaliumsalze von Alkoholaten sowie organischen Carbon- und Sulfonsäuren sind.

Gemäß einer besonderen Ausführungsform des Verfahrens können die nach Abschluß der Polymerisation vorliegenden "lebenden Polymere" mit einem Kupplungsmittel zu verzweigten oder sternförmigen Blockcopolymerisaten umgesetzt werden.

30 Geeignete Kupplungsmittel sind Polyepoxide, wie epoxidiertes Leinsamenöl, Polyisocyanate, Polyketone, wie 1,3,6-Hexantrion, Polyanhydride, wie beispielsweise das Dianhydrid der Pyromellithsäure und Dicarbonsäureester, wie Adipinsäuredimethylester. Besonders geeignet sind

- die Tetrahalogenide der Elemente Si, Ge, Sn und Pb, insbesondere  $SiCl_4$ .
- 35 - Organische Verbindungen der allgemeinen Formel  $R_n[Si(Hal)_3]_n$ , mit  $n = 1$  bis 6, insbesondere  $n = 1$  und 2. Hierbei ist R ein n-wertiger organischer Rest, beispielsweise ein aliphatischer, cycloaliphatischer oder aromatischer Rest mit 6 bis 16 C-Atomen. Beispielsweise seien 1,2,4-Tris(2-trichlorsilyl)ethyl-cyclohexan, 1,8-Bis(trichlorsilyl)-octan und 1-(Trichlorsilyl)-octan genannt.
- Organische Verbindungen, die mindestens einmal die Gruppierung  $> Si(Hal)_2$  enthalten, wie z. B. Dimethylsilylchlorid.
- 40 - Halogensilanwasserstoffe der allgemeinen Formel  $Si(H)_m(Hal)_{4-m}$  mit  $3 \leq m \leq 4$ .
- Di- und Trivinylbenzole, wie z. B. 1,4-Divinylbenzol.

Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, als Kupplungsmittel Divinylbenzol zu verwenden.

45 Das Verfahren kann sowohl diskontinuierlich als auch kontinuierlich betrieben werden.

Als Lösemittel wird ein Kohlenwasserstoffgemisch eingesetzt, das zu etwa 50 % aus Hexan besteht. Weitere Bestandteile dieses hydrierten  $C_6$ -Schnitts sind insbesondere Pentan, Heptan und Oktan sowie deren Isomere. Das Lösemittel wird über einem Molekularsieb der Porenweite 0,4 nm getrocknet, so daß der Wasseranteil unter 10 ppm gesenkt wird, und anschließend mit  $N_2$  gestrippt.

50 Die organische Lithiumverbindung ist n-Butyllithium, die, wenn nicht anders angegeben, in Form einer 20gewichtsprozentigen Lösung in Hexan zur Anwendung kommt.

Die Monomeren Isopren und Styrol werden vor ihrem Einsatz 24 Stunden über Calciumhydrid unter Rückfluß gekocht, abdestilliert und mit n-Butyllithium in Gegenwart von o-Phenanthrolin ausitiert.

Die Glykoether werden über Calciumhydrid destilliert und anschließend mit n-Butyllithium in Gegenwart von o-Phenanthrolin ausitiert.

55 Das Divinylbenzol (DVB) stellt ein Gemisch des m- und p-Divinylbenzols dar und wird in Form einer 64%igen Lösung in Hexan eingesetzt. Die Bestimmung des Umsatzes erfolgt, indem man den Feststoffgehalt nach Abdampfen des Lösemittels und der Monomeren bestimmt.

Die Bestimmung der Mikrostruktur erfolgt IR-spektroskopisch.

Als Kupplungsausbeute wird der Prozentanteil an Kautschuk angesehen, der nach der Umsetzung mit einem Kupplungsmittel eine sternförmige Struktur aufweist und sich gegenüber dem ungekuppelten Kautschuk durch ein erheblich höheres Molekulargewicht auszeichnet. Die Bestimmung erfolgt mit der GPC-Analyse, wobei Tetrahydrofuran als Lösemittel und Polystyrol als Säulenmaterial eingesetzt wird. Die Polymerisate werden mit einem Lichtstreuungsdetektor charakterisiert. Zu diesem Zweck werden dem Reaktor vor Zugabe des Kupplungsmittels und zu Ende der Reaktion Proben entnommen. Die Defo-Härte (DH) und die Defo-Elastizität (DE) werden nach den üblichen Meßmethoden bestimmt (DIN 53 514).

Die erfindungsgemäßen Öle oder beliebige Kombinationen aus diesen Ölen können folgendermaßen charakterisiert werden (s. dazu Kautschuk + Gummi Kunststoffe 39. Jahrgang Nr. 9/86, S. 816):

	Paraffinisch	Paraffinisch/naphthenisch	Naphthenisch	Naphthenisch/aromatisch
C <sub>A</sub> (aromatisch)	< 10	< 15	0 - 30	25 - 40
C <sub>N</sub> (naphthenisch)	20 - 30	25 - 40	30 - 45	20 - 45
C <sub>P</sub> (paraffinisch)	55 - 75	55 - 65	35 - 55	25 - 45
C = Kohlenstoffatom				

sie können im Bereich von 10 phr bis 50 phr zum Einsatz kommen, d. h. die Ölmenge richtet sich jeweils nach der Einsatzmenge des aktiven, verstärkenden Füllstoffs.

Die erfindungsgemäßen Laufflächen können sowohl naphthenisches oder paraffinisches Öl oder einen beliebigen Blend aus paraffinischem, paraffinischem/naphthenischem, naphthenischem und naphthenischem/aromatischem oder paraffinisch/aromatischem Öl in der oben angegebenen Spezifikation enthalten. Bevorzugt wird naphthenisches Öl eingesetzt. Anstelle eines üblichen aktiven Rußes kann auch ein mineralischer Füllstoff (z. B. Kieselsäure) oder eine Kombination aus beiden eingesetzt werden. Der Ruß oder die Kieselsäure werden von 50 bis 90 phr eingesetzt. Bei Blends aus beiden Komponenten beträgt die Menge aus einem üblichen aktiven Ruß und Kieselsäure ebenfalls 50 bis 90 phr.

Der Laufflächenkautschuk wird nach der allgemeinen Vulkanisationsmischung (siehe Beispiele) mit 50 phr Ruß und 15 phr aromatischem Öl hergestellt und einer Laborprüfung unterzogen, wobei die Raumtemperaturelastizität bei 22 °C bestimmt wird. Dabei kann es sich um einen Integralkautschuk oder ein Lösungs-SBR oder um einen beliebigen Blend aus den angegebenen Kautschuken handeln.

Liegt die Raumtemperaturelastizität der Mischung zwischen 10 und 40 % bei 22 °C, dann kann durch Austausch des aromatischen Öls gegen ein naphthenisches und/oder paraffinisches Öl sowohl das ABS-Bremsen als auch der Rollwiderstand deutlich verbessert werden. Wird zusätzlich noch der aktive Reifenruß ganz oder teilweise durch einen mineralischen Füllstoff wie z. B. Kieselsäure ausgetauscht, dann kann das ABS-Bremsen und der Rollwiderstand noch stärker verbessert werden. Gleichzeitig werden durch diese beiden Maßnahmen die Wintereigenschaften deutlich angehoben.

Ist die Raumtemperaturelastizität  $\leq 10$  % bei 22 °C, dann kann durch Austausch des aromatischen Öls gegen ein Öl mit einer niedrigeren Glasübergangstemperatur (s. o.) das ABS-Bremsen deutlich verbessert werden. Der Ruß kann ganz oder teilweise durch mineralischen Füllstoff ersetzt werden. Der Austausch von Ruß (aber noch mit aromatischem Öl) gegen einen mineralischen Füllstoff führt ebenfalls zu einer Verbesserung beim ABS-Bremsen.

Die Herstellung der Reifenlaufflächen erfolgt in an sich bekannter Weise durch Vermischen der Kautschukkomponente mit den Zuschlagstoffen. Übliche Zuschlagstoffe sind beispielsweise Ruße, Kieselsäuren, Weichmacher, Beschleuniger, Alterungs- und Ozonschutzmittel und Harze. Das Vermischen erfolgt in üblichen Mischungsaggregaten, z. B. Knetern und Walzwerken. Die dabei einzustellende Temperatur hängt in bekannter Weise von der Zusammensetzung der Compounds und den Mischungsverfahren ab.

Tabelle 1

Beispiel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Polymer	A	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	D	D
Öltyp	37,5	15	-	-	10	15	-	-	15	-	-	15	-
	-	-	15	-	-	-	15	-	-	15	37,5	-	15
	-	-	-	15	-	-	-	15	-	-	-	-	-
Füllstoff	75	50	50	50	-	50	50	50	-	-	75	50	50
	-	-	-	-	50	-	-	-	50	50	-	-	-
	67	93	96	89	100	73	67	65	75	64	66	80	68
	65	67	69	67	72	63	63	63	67	63	65	69	61
	32	10	8	11	8	33	36	38	39	41	35	15	21
	50	53	54	54	54	57	58	60	68	65	60	51	60
	140	154	170	164	151	134	131	150	122	143	114	160	156

Beispiel		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Reifendaten <sup>a)</sup> Mährtschen	Bl.-Bremsen	Asphalt <sup>a)</sup>	100	104	105	108	108	104	101	104	95	101	108	110	114	
		Beton <sup>a)</sup>	100	116	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	ABS-Bremsen	Asphalt <sup>a)</sup>	100	85	108	104	107	98	104	107	104	96	115	107	105	123
		Beton <sup>a)</sup>	100	93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Rollwiderstand <sup>b)</sup>		100	90	91	91	91	104	115	111	123	124	108	90	96	
	Strahlenabrieb <sup>c)</sup>		100							97	104	95				

## Erläuterungen zu Tabelle 1:

<sup>a)</sup> Prüfung gemäß DIN 53 512 und DIN 53 505<sup>b)</sup> Prüfung gemäß DIN 53 516<sup>c)</sup> Reifengröße 195/65 R 15, alle Ratings beziehen sich auf die Basis Beispiel 1, alle Werte > 100 sind besser als die Basis<sup>d)</sup> Blockierbremsen aus Tempo 50 km/h bei Luftdruck 2,2 bar<sup>e)</sup> 4-Rad-ABS-Bremsen aus Tempo 50 km/h<sup>f)</sup> gemessen auf einem Rollenprüfstand bei einer Geschwindigkeit von 110 km/h, Luftdruck 2,5 kg/cm<sup>2</sup>, Last 330 kg, Temperatur 35 °C, alle Werte > 100 sind besser als die Basis<sup>g)</sup> nach 16 000 km, > 100 ist besser als die Basis<sup>h)</sup> z. B. Circosol 4240, Puccini Q8 60P<sup>i)</sup> z. B. Enerpar 13<sup>j)</sup> C' = C, aber Molekulargewicht an Ölgehalt angepaßt



Polymere und VulkanisationPolymer A (Basis)

- 5 BUNA® HÜLS EM 1712 ist ein üblicher Styrol-Butadien-Kautschuk, mit 37,5 Teilen Öl gestreckt, der von der Buna-  
werke Hüls GmbH hergestellt wird. Abweichend von der später angegebenen, allgemeinen Vulkanisationsmischung  
wird BUNA® HÜLS EM 1712 in folgender Zusammensetzung vulkanisiert:

	137,5 Teile	BUNA® HÜLS EM 1712
10	75 Teile	Ruß N 339
	3 Teile	aromatisches Öl
	3 Teile	Zinkoxid
	2 Teile	Stearinsäure
	1 Teil	VULKANOX® 4010 NA
15	1 Teil	VULKANOX® 4020
	1 Teil	KORESIN®
	1,5 Teile	CBS
	0,2 Teile	DPG
	2 Teile	Schwefel

20

Herstellung AB-Blockcopolymer B

- In einem mit trockenem Stickstoff gespülten, ersten V2A-Rührautoklaven werden 275 Teile Hexan, 40 Teile 1,3-  
Butadien und 0,03 Teile DVB vorgelegt und nach Trocknung über einem Molekularsieb (0,4 mm) unter thermoelektri-  
scher Kontrolle mit n-Butyllithium (Buli) titriert. Die Polymerisation wird bei 50 °C durch Zugabe von 0,032 Teilen n-  
Butyllithium gestartet. Die Temperatur steigt trotz Kühlung kurzzeitig bis auf maximal 62 °C. Nach 107 Minuten, nach-  
dem das vorgelegte 1,3-Butadien praktisch vollständig umgesetzt ist, wird eine IR-Probe entnommen und wie das End-  
produkt aufgearbeitet.

- Unmittelbar danach wird innerhalb von 100 Sekunden der Inhalt eines zweiten V2A-Rührautoklaven (40 °C) zuge-  
geben. Dieser enthält eine mit n-Butyllithium titrierte Lösung von 15 Teilen 1,3-Butadien, 30 Teilen Isopren und 15 Tei-  
len Styrol in 190 Teilen Hexan.

- Unmittelbar danach werden 2,0 Teile Ethylenglykoldimethylether zugegeben. Die Temperatur wird konstant bei 50  
°C gehalten. 4 Stunden nach dem Start wird die Polymerisation durch Zugabe einer Lösung von 0,5 Teilen 2,2-Methy-  
len-(4-methyl-6-tertiär-butylphenol) in 2 Teilen feuchtem Toluol gestoppt. Das Lösemittel wird mit Wasserdampf abde-  
stilliert und das Polymerisat 24 Stunden bei 70 °C im Umluftschrank getrocknet.

40

45

Mikrostruktur:		
Butadien:	1,4-trans	23
	1,2	17
	1,4-cis	17
Isopren:	3,4	24
	1,4	3
Styrol:		16

50

Herstellung AB-Blockcopolymer C

- In einem mit trockenem Stickstoff gespülten, ersten V2A-Rührautoklaven werden 275 Teile Hexan, 46 Teile 1,3-  
Butadien und 0,03 Teile DVB vorgelegt und nach Trocknung über einem Molekularsieb (0,4 mm) unter thermoelektri-  
scher Kontrolle mit n-Butyllithium (Buli) titriert. Die Polymerisation wird bei 50 °C durch Zugabe von 0,037 Teilen n-  
Butyllithium gestartet. Die Temperatur steigt trotz Kühlung kurzzeitig bis auf maximal 65 °C. Nach 100 Minuten, nach-  
dem das vorgelegte 1,3-Butadien praktisch vollständig umgesetzt ist, wird eine IR-Probe entnommen und wie das End-  
produkt aufgearbeitet.

Unmittelbar danach wird innerhalb von 85 Sekunden der Inhalt eines zweiten V2A-Rührautoklaven (40 °C) zugegeben. Dieser enthält eine mit n-Butyllithium titrierte Lösung von 30 Teilen 1,3-Butadien, 8 Teilen Isopren und 16 Teilen Styrol in 190 Teilen Hexan.

Unmittelbar danach werden 1,5 Teile Ethylenglykoldimethylether zugegeben. Die Temperatur wird konstant bei 50 °C gehalten. 4 Stunden nach dem Start wird die Polymerisation durch Zugabe einer Lösung von 0,5 Teilen 2,2-Methylen-(4-methyl-6-tertiär-butylphenol) in 2 Teilen feuchtem Toluol gestoppt. Das Lösemittel wird mit Wasserdampf abdestilliert und das Polymerisat 24 Stunden bei 70 °C im Umluftschrank getrocknet.

Mikrostruktur:		
Butadien:	1,4-trans	24
	1,2	30
	1,4-cis	18
Isopren:	3,4	7
	1,4	3
Styrol:		18

#### Copolymerisation von Butadien und Styrol

In einem mit trockenem Stickstoff gespülten V2A-Autoklaven werden 550 Teile Hexan, ein Monomergemisch aus 72 Teilen 1,3-Butadien und 28 Teilen Styrol und 0,7 Teile Ethylglykoltertiärbuthylether vorgelegt und nach Trocknung über Molekularsieb (0,4 nm) unter thermoelektrischer Kontrolle mit Butyllithium titriert. Die Polymerisation wurde bei 52 °C durch Zugabe von 0,080 Teilen n-Buli gestartet. Die Temperatur erreichte bei leichter Kühlung nach 10 Minuten 76 °C. Bei dieser Temperatur konnte der Ansatz 30 Minuten nachreagieren. Danach wurden bei dieser Temperatur 0,81 Teile Divinylbenzol zugegeben. Nach 20 Minuten und nach Abkühlen auf 50 °C wurde die Polymerisation durch Zugabe einer Lösung von 0,5 Teilen 2,2'-Methylen-bis(4-methyl-6-tertiär-butyl-phenol) in 2 Teilen feuchtem Toluol gestoppt. Das Lösemittel wurde mit Wasserdampf abdestilliert und das Polymerisat 24 Stunden bei 70 °C im Umlufttrockenschrank getrocknet.

Mikrostruktur:		
Butadien:	1,4-trans	12
	1,2	50
	1,4-cis	9
Styrol:		29

#### Allgemeine Vulkanisationsmischung

Aus den erfindungsgemäßen Laufflächenkautschuken werden Vulkanisationsmischungen folgender Zusammensetzung hergestellt (siehe Tabelle 1):

100 Teile	Laufflächenkautschuk
50 Teile	Ruß N 339
15 Teile	Öl
3 Teile	Zinkoxid
1 Teil	Stearinsäure
1 Teil	N-Isopropyl-N'-phenyl-p-phenylendiamin (VULKANOX® 4010 NA)

- |             |  |
|-------------|--|
| 1 Teil      | N-(1,3-Dimethylbutyl)-N'-phenylendiamin<br>(VULKANOX® 4020)      |
| 2 Teile     | KORESIN®, Umsetzungsprodukt von p-tert.-Butylphenol mit Acetylen |
| 1,3 Teile   | N-Cyclohexyl-1-benzothiazolsulfonamid (CBS, VULKACIT® CZ)        |
| 5 0,3 Teile | Diphenylguanidin (DPG, VULKACIT® DZ)                             |
| 1,6 Teile   | Schwefel   |

Die Produkte VULKANOX® 4010 NA, VULKANOX® 4020, VULKACIT® CZ und VULKACIT® DZ sind bei der Bayer AG, Leverkusen, und KORESIN® bei der BASF AG, Ludwigshafen, erhältlich.

- 10 Im Falle von 50 phr VN 3 statt 50 phr N-339 wird folgendermaßen beschleunigt:

- |              |          |
|--------------|----------|
| 10 Teile     | X-505    |
| 1,6 Teile    | Schwefel |
| 1,0 Teile    | CZ       |
| 15 2,0 Teile | DPG      |

Der Austausch von 50 phr Ruß gegen 50 phr eines mineralischen Füllstoffs, wie etwa VN 3, bewirkt bei dem erfindungsgemäßen Verfahren eine deutliche Verbesserung beim ABS-Bremsen gegenüber der Basis. Der Rollwiderstand bleibt unverändert, d. h. beide Maßnahmen, wie Austausch Ruß gegen VN 3 und Austausch aromatisches Öl gegen naphthenisches Öl, sind hier gleichwertig (Polymer B, Nr. 3, 4, 5).

Das volle Verbesserungspotential dieser Maßnahmen zeigt sich aber am Beispiel des AB-Blockcopolymeren C. Durch Austausch des aromatischen Öls gegen 15 phr naphthenisches Öl verbessert sich bei Beispiel 7 das ABS-Bremsen auf 107 % gegenüber 98 % bei Beispiel 6. Gleichzeitig verbessert sich der Rollwiderstand auf 115 % gegenüber 104 %. Der Austausch von 50 phr Ruß gegen 50 phr VN 3 verbessert zwar den Rollwiderstand auf 123 % (Beispiel 9), das Naßrutschen erreicht auch beim ABS-Bremsen nicht mehr das gute Niveau von Beispiel 6 und 7. Erst der gleichzeitige Austausch von 15 phr aromatischem Öl gegen 15 phr naphthenisches Öl und Ruß gegen Kieselsäure VN 3 (siehe Beispiel 10) bewirkt völlig unerwartet sowohl eine Verbesserung beim ABS-Bremsen auf 115 % als auch beim Rollwiderstand auf 124 % gegenüber der Basis.

### 30 Patentansprüche

1. Reifenlaufflächen auf Basis von Polydienkautschuk sowie üblichen Zuschlagstoffen mit deutlich verbessertem Rollwiderstand und Naßrutschverhalten beim ABS-Bremsen, dadurch gekennzeichnet,  
35 daß der Laufflächenkautschuk eine Raumtemperaturelastizität zwischen 10 und 40 % (bei 22 °C) aufweist und naphthenisches und/oder paraffinisches Öl mit Ruß und/oder einem mineralischen Füllstoff enthält.
2. Reifenlaufflächen auf Basis von Polydienkautschuk sowie üblichen Zuschlagstoffen mit deutlich verbessertem Naßrutschverhalten beim ABS-Bremsen, dadurch gekennzeichnet,  
40 daß der Laufflächenkautschuk eine Raumtemperaturelastizität  $\leq 10$  % (bei 22 °C) aufweist und naphthenisches und/oder paraffinisches Öl mit Ruß und/oder einen mineralischen Füllstoff oder aromatisches Öl und einen mineralischen Füllstoff enthält.
- 45 3. Reifenlaufflächen gemäß den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Laufflächenkautschuke Styrol-Butadien-Kautschuk; 1,4-cis-Polybutadien, 1,4-cis-Polyisopren und Naturkautschuk; Lösungskautschuke aus Styrol, Butadien und Isopren mit unterschiedlichen 1,2-Vinylgehalten und 3,4-IR-Gehalten, 3,4-Polyisopren, 1,2-Polybutadien, Lösungspolymere aus Styrol und Butadien mit unterschiedlichen Vinylgehalten oder Blends in beliebigen Verhältnissen der aufgeführten Kautschuke eingesetzt werden.  
50
4. Reifenlaufflächen gemäß den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Laufflächenkautschuke AB-Blockcopolymerisate aus  
55
 

40 bis 80 %	eines Blockes A auf Basis Butadien (gleichmäßig verteilter Vinylgruppengehalt von 8 bis 60 %),
60 bis 20 %	eines Blockes B auf Basis von
	- 0 bis 60 % Butadien,

- 0 bis 60 % Isopren und
- bis zu 45 % Styrol,

wobei der Vinylgehalt der Dieneinheiten 75 bis 90 % beträgt, eingesetzt werden.

5

5. Reifenlaufflächen gemäß den Ansprüchen 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß als Laufflächenkautschuke ABC-Blockcopolymerisate aus

10

40 bis 75 % eines Blockes A aus Butadien- und Styrol- oder Isopreneinheiten mit einem Vinyl- bzw. Isopropylen-  
gruppengehalt (V) von weniger als 15 %,  
bis 25 % eines Blockes B aus Butadien- und Styrol- oder Isopreneinheiten (V > 70 %) oder  
bis 25 % eines Blockes B' aus Styrol-, Isopren- und gegebenenfalls Butadieneinheiten (V < 15 %) und  
20 bis 55 % eines Blockes C aus Styrol-, Isopren- und gegebenenfalls Butadieneinheiten (V > 70 %)

15

eingesetzt werden.

6. Reifenlaufflächen gemäß den Ansprüchen 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
20 daß als Laufflächenkautschuke Copolymerisate aus Butadien und Styrol mit

65 bis 85 % Butadien und  
35 bis 15 % Styrol, vorzugsweise > 25 %, wobei der Vinylgehalt

25 der Dieneinheiten zwischen 35 bis 90 %, vorzugsweise > 50 %, beträgt, eingesetzt werden.

7. Reifenlaufflächen gemäß den Ansprüchen 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die naphthenischen und/oder paraffinischen Öle in Mengen von 10 bis 50 phr eingesetzt werden.

30

8. Reifenlaufflächen gemäß den Ansprüchen 1 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß als mineralische Füllstoffe Kieselsäuren oder Kombinationen aus Ruß und Kieselsäure eingesetzt werden.

- 35 9. Reifenlaufflächen gemäß Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Füllstoffe in Mengen von 50 bis 90 phr eingesetzt werden.

40

45

50

55



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 97 10 2084

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	EP 0 645 423 A (GOODYEAR TIRE & RUBBER) 29.März 1995 * Ansprüche; Tabellen * * Seite 5, Zeile 7 - Zeile 8 *	1-3,6-9	B60C1/00 C08K5/01 C08L21/00
X	EP 0 384 033 A (HUELS CHEMISCHE WERKE AG) 29.August 1990 * Zusammenfassung; Ansprüche * * Seite 5, Zeile 45 - Seite 6, Zeile 5 *	1-4	
X	EP 0 548 040 A (SEMPERIT AG). 23.Juni 1993 * Zusammenfassung; Ansprüche; Beispiel 3 *	1-3,7	
X	EP 0 161 793 A (BRIDGESTONE CORP) 21.November 1985 * Zusammenfassung; Ansprüche; Tabellen *	1-3,6,7	
X	JP 62 175 203 A (YOKOHAMA RUBBER CO LTD:THE) 31.Juli 1987 * Tabelle 1 * & PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 14 (M-659), 16.Januar 1988 & JP 62 175203 A * Zusammenfassung *	1	
P,X	EP 0 708 137 A (UNIROYAL ENGLEBERT GMBH) 24.April 1996 * Zusammenfassung; Ansprüche; Beispiele * * Seite 5, Zeile 55 - Seite 6, Zeile 6 *	1-3,7-9	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchant <b>DEN HAAG</b>		Abschließdatum der Recherche <b>14.Juli 1997</b>	Prüfer <b>Mettler, R-M</b>
<b>KATEGORIE DER GENANTEN DOKUMENTE</b> X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM LUD 01.82 (P4/C4)